

EFEITO DA BENTONITA EM COLUNA DE SOLO CONTAMINADO

LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES^{1*}; GILVANISE ALVES TITO²;
HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA³; JOSELY DANTAS FERNANDES⁴

¹Dra. Prof. Titular, UAEAg/CTRN/UFCG. Campina Grande - PB. Email: lhgarofalo@hotmail.com;

²Dra. Pesquisadora Pós doc, UAEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande, PB. Email: gilvanisetito@yahoo.com.br

³Dr. Prof. Titular, UAEAg/CTRN/UFCG. Campina Grande - PB. Email: hugo_carvalho@hotmail.com

⁴Dr. Pesquisador Pós doc, UAEAg/CTRN/UFCG, Campina Grande, PB. Email: joselysolo@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de doses crescentes de bentonita (0; 30; 60 e 90 t ha⁻¹) na mobilidade do cobre (Cu) em colunas de lixiviação, com solo contaminado em 250mg kg⁻¹ de Cu. Os ensaios consistiram na aplicação de cinco volumes de poros de água destilada em cada coluna de solo fazendo o monitoramento do movimento destes íons através das colunas em condições de saturação. Foram determinadas as concentrações de cobre no lixiviado e no solo e construídas curvas de eluição para o Cu. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey. Houve uma redução significativa da quantidade de Cu lixiviado de 44,6; 68,5 e 71,8% nas doses de 30, 60 e 90 t ha⁻¹ de bentonita, respectivamente, em relação à testemunha. A aplicação de bentonita ao solo influenciou a mobilidade do metal reduzindo a concentração do cobre no lixiviado e aumentando a adsorção deste elemento ao solo.

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados, adsorção, curvas de eluição e lixiviação.

EFFECT OF BENTONITE ON COLUMN OF CONTAMINATED SOIL

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of increasing doses of bentonite (0, 30, 60 and 90 t ha⁻¹) on the mobility of copper in leach columns with soil contaminated with 250 mg kg⁻¹ of copper. The tests consisted of the application of five volumes of pores of distilled water in each soil column; by monitoring the movement of these ions through the columns under saturation conditions. The concentrations of copper in the leachate and soil were determined and elution curves were constructed for copper. The data were submitted to analysis of variance and comparison of means by the Tukey test. There was a significant reduction in the amount of Cu leached 44.6; 68.5 and 71.8% at the doses of 30, 60 and 90 t ha⁻¹ of bentonite, respectively, relative to the control. The application of bentonite to the soil influenced the mobility of the metal by reducing the copper concentration in the leachate and increasing the adsorption of this element to the soil.

KEYWORDS: Heavy metals, adsorption, elution curves and leaching.

INTRODUÇÃO

Com a expansão das atividades humanas, o desenvolvimento industrial, as emissões de poluentes vêm aumentando a cada dia, tanto no solo, quanto na atmosfera e corpos hídricos, contribuindo para a degradação ambiental; tornando-se uma atividade de risco, no que diz respeito à adição de metais pesados ao solo e na água. O excesso de metais pesados no solo aumenta a possibilidade de inserção dos mesmos na cadeia alimentar e, conseqüente, a contaminação dos integrantes bióticos. Além disso, pode haver a lixiviação destes metais com subseqüente contaminação do lençol freático (Machado et al., 2011).

A constante preocupação com a poluição do solo e das águas subterrâneas tem resultado em vários estudos de deslocamento de solutos em colunas de solo. Estudos realizados por Bhattachryya & Gupta (2007), Abid-Ghorbel et al. (2010) e Jiang et al. (2010) têm apontado o potencial das argilas para a remoção de metais pesados.

As bentonitas são compostas predominantemente por argilominerais do grupo da esmectita ou montmorilonita e impurezas de quartzo. Em algumas variedades encontram-se também caulinita e illita (Menezes et al., 2009). A argila bentonita, por ser um sólido aniônico, tem uma notável afinidade com metais, particularmente metais pesados em solução (Bhattacharyya & Gupta, 2008).

O cobre (Cu) é um cátion muito versátil e possui grande habilidade em interagir com os componentes minerais e orgânicos do solo. Apesar de ser um dos metais pesados menos móveis, é abundante nas soluções de todos os tipos de solo (Kabata-Pendias & Pendias, 1992).

Em razão do exposto, propôs-se neste trabalho, avaliar o efeito da bentonita na mobilidade do cobre em colunas de solo contaminadas pelo referido metal.

MATERIAL E MÉTODOS

Material de solo utilizado no experimento, proveniente do município de Lagoa Seca, PB, foi coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, seco ao ar, peneirado de malha de 2,0 mm e caracterizado química e fisicamente segundo os métodos adotados pela EMBRAPA (1997): 845,6 g kg⁻¹ de areia; 47,2 g kg⁻¹ de silte e 107,2 g kg⁻¹ de argila, apresentando classificação textural como areia franca; densidade do solo = 1,62; densidade das partículas = 2,65; porosidade total = 39,0 %; pH (H₂O) = 5,0; Ca = 0,51 cmolc kg⁻¹; Mg = 0,20 cmolc kg⁻¹; Na = 0,05 cmolc kg⁻¹; K = 0,18 cmolc kg⁻¹; H + Al = 0,56 cmolc kg⁻¹; MO = 0,2 g kg⁻¹; P = 5,4 mg kg⁻¹; Cu = 6,05 mg kg⁻¹.

A argila bentonita utilizada neste trabalho foi coletada na jazida Primavera localizada no município de Boa Vista - PB. Após a coleta, estas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm para serem utilizadas nos experimentos e com malha de 0,074 mm de abertura, para as análises químicas semi-quantitativas, realizadas através fluorescência de raio x (EDX), utilizando o equipamento EDX 720. Os constituintes químicos da bentonita: SiO₂ = 76,784%, Al₂O₃ = 13,339%; Fe₂O₃ = 6,0347; MgO = 2,225, CaO = 0,759 e outros óxidos = 0,545.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro doses de bentonita e três repetições, totalizando assim, 12 unidades experimentais.

Em seguida o solo de cada coluna de percolação (4 kg) contaminado com 250 mg kg⁻¹ de Cu (CuSO₄.5H₂O) foi misturado com 0; 0,45; 0,90 e 1,35kg de bentonita, correspondentes às doses de 0; 30, 60 e 90 t ha⁻¹. Estas misturas, denominadas por B0, B30, B60 e B90, respectivamente, foram incubadas por 30 dias possibilitando a provável reação entre solo e a bentonita; após este período, as misturas foram novamente secas ao ar e destorroadas.

As colunas de percolação utilizadas no experimento foram constituídas por tubos de PVC, de 500 mm de altura e 100 mm de diâmetro formadas por dois anéis de 200 mm e um anel de 100 mm de altura os quais foram sobrepostos e unidos com cola de silicone. Cada coluna foi preenchida manualmente com a mistura de solo ou solo + bentonita ficando os 100 mm superiores disponíveis para comportar uma carga hidráulica de 80 mm sobre o solo. As colunas foram divididas em anéis para facilitar a retirada de amostras do solo em duas profundidades.

Na parte inferior da coluna foi colocado uma tampa de PVC de 100 mm com um dreno adaptado no seu centro. Sobre a tampa foi colocado um círculo feito com tela de nylon, para sustentação do material sólido. A coluna foi preenchida de tal forma a proporcionar uniformidade quanto à sua densidade, em toda a coluna.

As colunas de solo foram colocadas em suporte vertical e saturadas, através da mangueira de dreno, com água destilada, obtida através de ascensão capilar; conectadas, em seguida, a uma garrafa de Mariotte contendo água destilada. Mantendo-se uma lâmina de água constante de 80 mm, iniciou a percolação, passando cinco volume de poros (correspondente a 5 litros de água), que recolheu-se continuamente 10 alíquotas de 0,5 volume de poros.

Os lixiviados foram coletados em frascos de polipropileno e acondicionados em geladeira até a preparação para quantificação do metal por espectrofotometria de absorção atômica.

O volume de poros de cada coluna foi determinado pela Equação (1):

$$Vp = \pi r^2 h(1 - ds / dp) \quad (1)$$

onde, Vp – volume de poros (cm³); r – raio da coluna (cm); h – comprimento da coluna (cm); ds – densidade do solo; dp – densidade das partículas.

A dinâmica da lixiviação do Cu nas colunas de solo, para os tratamentos considerados, foi analisada a partir da construção de curvas de concentração do elemento no lixiviado versus o número de volume de poros nos efluentes recolhidos.

Ao final dos ensaios, as colunas foram desfeitas separando-se os anéis que as compunham. O material sólido contido em cada anel foi posto a secar ao ar, pesado e peneirado em malha de 2 mm de abertura. Neste material foram determinadas as concentrações de cobre extraído por solução de Mehlich (EMBRAPA, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos tiveram efeito significativo na quantidade de cobre retido no solo e lixiviado nas colunas, em função das doses crescentes de bentonita (Tabela 1).

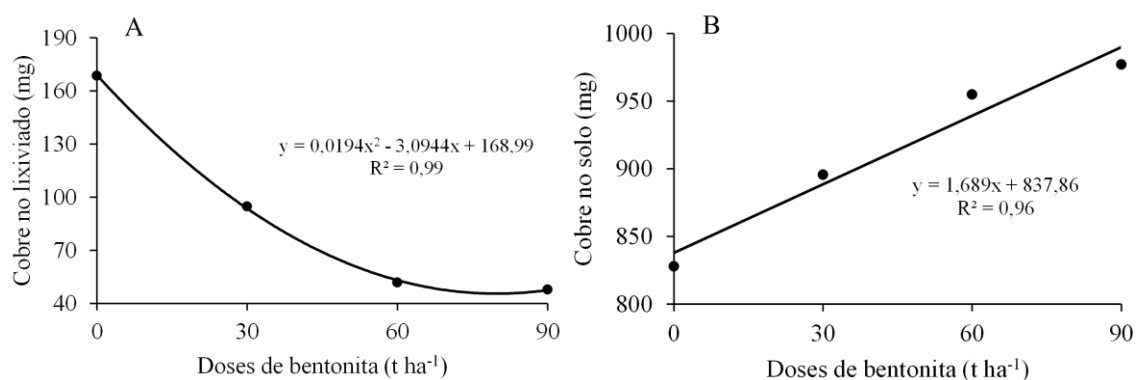
Tabela 1. Análise de variância da quantidade de cobre retido no solo e lixiviado nas colunas, com doses crescentes de bentonita.

| Fonte de variação | Gl | Quadrado médio | |
|-------------------|----|----------------|------------|
| | | Lixiviado | Solo |
| Bentonita | 3 | 9411,46** | 13401,00** |
| Linear | 1 | 24568,93** | 38516,80** |
| Quadrático | 1 | 3655,43** | 1564,08ns |
| Desvio | 1 | 10,02ns | 122,12ns |
| Erro | 8 | 81,85 | 948,29 |
| CV (%) | | 9,96 | 3,37 |
| Média geral (mg) | | 90,83 | 913,87 |

ns e **, não significativo, significativo ao nível de 1%.

A maior quantidade de Cu foi observado no lixiviado da coluna com o tratamentos de 0 t ha⁻¹ de bentonita. A partir das doses de 30, 60 e 90 t ha⁻¹ de bentonita aplicadas ao solo, houve, respectivamente, uma redução da quantidade de Cu lixiviado de 44,6; 68,5 e 71,8% em relação ao tratamento sem bentonita (Figura 1).

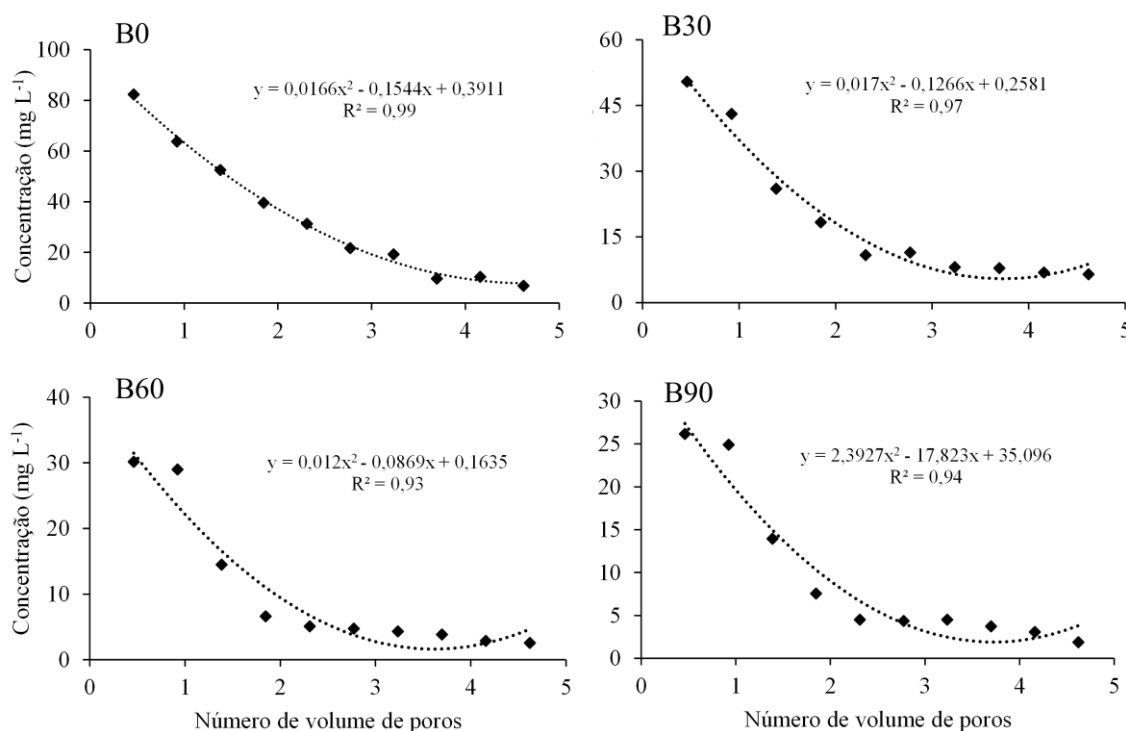
Figura 1. Quantidade de cobre no lixiviado e no solo das colunas em função dos tratamentos.



O cobre que ficou retido no solo das colunas teve um crescimento linear em função dos tratamentos (Figura 1), mostrando um aumento de 18,14% da maior dose de bentonita (90 t ha⁻¹) em relação testemunha (0 t ha⁻¹). Esse aumento do Cu retido no solo com o acréscimo das doses de bentonita foi devido o aumento da microporosidade provocado pela mistura desta argila com o solo, e com isso, maior superfície específica, pois de acordo com Huang et al.(2014), os agregados finos do solo e minerais de argila têm maior capacidade de reter metais pesados devido à sua maior área de superfície.

As colunas do solo sem bentonita (0 t ha⁻¹) necessitaram do número de volume de poros superior a 3,5 para que o equilíbrio entre os íons no lixiviado e no solo fosse atingindo (Figuras 2B0) ou seja, para que a concentração de Cu no lixiviado fosse reduzida a quase zero.

Figura 2. Curvas de eluição do cobre em colunas de lixiviação em função dos tratamentos.



Com as doses crescentes de bentonita adicionadas ao solo, as quais influenciaram o processo de lixiviação do Cu, houve redução do número de volume de poros necessário para que a concentração do metal no lixiviado atingisse próxima a zero, o que pode ser observado nas curvas de B30, B60 e B90 (Figura 2). Com 30 t ha⁻¹ de bentonita foram necessários 2,5 volumes de poros, e aproximadamente 2 volumes de poros com as doses de 60 e 90 t ha⁻¹ de bentonita para que o equilíbrio entre os íons na solução e no solo fosse atingindo. Comportamento semelhante foi observado por Tito et al. (2012), quando avaliaram o efeito da bentonita na mobilidade do zinco e do cobre no solo em colunas de lixiviação com água contaminada em 50, 250 e 450 mg kg⁻¹ dos metais. Estes autores verificaram que a incorporação de bentonita ao solo promoveu a retenção do zinco e do cobre pelo solo, principalmente deste último, diminuindo a concentração em solução lixiviada.

CONCLUSÃO

A aplicação de bentonita ao solo influenciou a mobilidade do metal reduzindo a concentração do cobre no lixiviado e aumentando a adsorção deste elemento ao solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES-PNPD e ao CNPq, pela concessão de bolsas à primeira autora.

REFERÊNCIAS

Abid-Ghorbel; Galai, K.; Trabelsi-Ayadi, M. Retention of chromium (III) and cadmium (II) from aqueous solution by illitic Clay as a low-cost adsorbent. *Desalination*, 256, p. 190-195, 2010.

- Bhattacharyya, K. G.; Gupta, S. S. Adsorptive accumulation of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II) and Ni(II) from water on montmorillonite: influence of acid activation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 310, p. 411-424, 2007.
- Bhattacharyya, K. G.; Gupta, S. S. Influence of acid activation on adsorption of Ni(II) and Cu(II) on kaolinite and montmorillonite: kinetic and thermodynamic study. *Chemical Engineering Journal*, v.136, p. 1-13, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- Huang, B.; LI, Z.; Huang, J.; Guo, L.; Nie, X.; Wang, Y.; Zhang, Y.; Zeng, G. Adsorption characteristics of Cu and Zn onto various size fractions of aggregates from red paddy soil. *Journal of Hazardous Materials*, v. 264, p. 176-183, 2014.
- Jiang, M.; Jin, X.; Lu, X.Q.; Chen, Z. Adsorption of Pb (II), Cd (II), Ni (II) and Cu (II) onto natural kaolinite clay. *Desalination*, v.252, p. 33-39, 2010.
- Kabata-Pendias, A.; Pendias, H. Trace elements in soils and plants. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 1992.
- Machado, M. E.; Menezes, J.C.S.S.; Costa, J.F.C.L.; Schneider, I.A.H. Análise e avaliação da distribuição de metais pesados em um antigo aterro de resíduos sólidos urbanos “Aterro Invernadinha”. *Evidência*, Joaçaba, v. 11 n. 2, p. 69-82, julho/dezembro 2011.
- Menezes, R. R., Souto, P. M., Santana, L. N. L., Neves, G. A. R., Kiminami, H. G. A. Ferreira, H. C. “Argilas bentoníticas de Cubati, Paraíba, Brasil: Caracterização física-mineralógica”. *Revista Cerâmica*, v. 55, p. 163-169, 2009.
- Tito, G.A., Chaves, L.H.G. & Guerra, H.O.C. Mobilidade do zinco e do cobre em Argissolo com aplicação de argila bentonita. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.16, n.9, p.938–945, 2012.